

PCT/IB 0 4 / 0 0 7 7 2



Europäisches  
Patentamt

European  
Patent Office

Office européen  
des brevets ( 1 9. 03. 04 )

MAILED 07 APR 2004

WIPO PCT

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-  
gen stimmen mit der  
ursprünglich eingereichten  
Fassung der auf dem näch-  
sten Blatt bezeichneten  
europäischen Patentanmel-  
dung überein.

The attached documents  
are exact copies of the  
European patent application  
described on the following  
page, as originally filed.

Les documents fixés à  
cette attestation sont  
conformes à la version  
initialement déposée de  
la demande de brevet  
européen spécifiée à la  
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03100736.2

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;  
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets  
p.o.

R C van Dijk

BEST AVAILABLE COPY

Anmeldung Nr:  
Application no.: 03100736.2  
Demande no:

Anmeldetag:  
Date of filing: 21.03.03  
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Corporate Intellectual Property GmbH  
Habsburgerallee 11  
52064 Aachen  
ALLEMAGNE  
Koninklijke Philips Electronics N.V.  
Groenewoudseweg 1  
5621 BA Eindhoven  
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:  
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.  
If no title is shown please refer to the description.  
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Multilayer-Stack mit kompensiertem Schwingkreis

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed /Priorité(s)  
revendiquée(s)  
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/  
Classification internationale des brevets:

H03H/

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of  
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL  
PT SE SI SK TR LI

## BESCHREIBUNG

### Multilayer-Stack mit kompensiertem Schwingkreis

Die Erfindung betrifft eine Metallisierungsstruktur in einem Multilayer-Stack mit mehreren dielektrischen Schichten, die oberhalb und unterhalb einer Erdungselektrode angeordnet sind.

- 5 Bei heutigen Elektronik-Schaltungen wird eine sehr hohe Integrationsdichte von elektrischen Funktionen auf kleinem Volumen bzw. kleiner Fläche angestrebt. Man erreicht dieses beispielsweise dadurch, dass Funktionen in einem Vielschicht-Prozeß in einer dreidimensionalen Anordnung entworfen werden. Bei integrierten elektrischen Schwingkreisen, die in
- 10 planarer Technologie hergestellt werden, beispielsweise in Vielschicht-Laminat-Prozessen und Low Temperature Cofire Ceramic (LTCC)-Prozessen, sind Kondensatoren und Spulen mit Metallstrukturen im Vielschicht-Substrat aufgebaut. Die Integration von Kondensatoren in solche Vielschicht-Schaltungen ist allerdings nur begrenzt möglich. Viele Vielschicht-Prozesse weisen nämlich Schwankungen in der Schichtdicke auf, wobei schon die statistische Schwan-
- 15 kung der Schichtdicken oftmals bis zu 10 % beträgt, und da die Kapazität eines Plattenkondensators sich abhängig von der Schichtdicke der zwischen den Elektroden liegenden dielektrischen Schicht ändert, würde ein integrierter Kondensator auch mit 10 % seiner Kapazität schwanken. Dies führt zu entsprechenden Schwankungen in elektrischen Verhalten der integrierten Funktionen, und die Frequenz eines Filters, der mit integrierten Spulen und
- 20 Kondensatoren aufgebaut ist, kann nicht gemäß den Spezifikationen konstant gehalten werden. Daher werden heutzutage in Multilayer-Stacks viele Komponenten noch als externe Komponenten auf die Schaltung gelötet, wobei diese vor der Assemblage auf ihren Sollwert überprüft werden. Die Kondensatoren sind auf ihren Kapazitätswert hin sortiert und weisen Variationen von typischerweise unter 5 % auf. Diese externen Komponenten begrenzen die
- 25 Miniaturisierung und haben höhere Kosten durch die Assemblage. Zudem hat der in der Assemblage verwendete Lötprozeß für diese externen Komponenten eine höhere Fehlerrate, als es für integrierte Kondensatoren der Fall wäre, und führt damit öfter zum Ausfall des Produktes.

Eine alternative Lösung wäre es, die Schichtdicken im Prozeß sehr gut zu kontrollieren. Dies ist jedoch nur mit großem Aufwand möglich.

- 5 In einigen Schaltungen, wie zum Beispiel der Hochfrequenz-Schaltung eines Bluetooth-Gerätes, benötigt man mehr als zehn Schwingkreise, bestehend aus einem Kondensator und einer Spule. Die für diese Schaltungen benötigten externen Komponenten stellen einen erheblichen Teil der Gesamtzahl der externen Komponenten dar. Es wäre also wünschenswert, diese Schwingkreise in einen Multilayer-Stack zu integrieren, ohne dass die prozeßbedingten
- 10 Schichtdickenvariationen einen starken Einfluß auf das elektrische Verhalten des Schwingkreises haben.

- In der Schaltung der Figur 1(a) ist ein Serien-Schwingkreis nach Masse dargestellt, bestehend aus einer Spule L1 und einem Kondensator C1 nach Masse. Bei der Resonanzfrequenz des
- 15 Schwingkreises wird ein Hochfrequenzsignal, das sich von Punkt 1 nach Punkt 2 fortbewegt, reflektiert, da der Schwingkreis bei dieser Frequenz wie ein Kurzschluß wirkt.

Figur 1(b) zeigt die dreidimensionale Realisierung des Schwingkreises.

- 20 Figur 1(c) zeigt die Übertragungscharakteristik für ein Hochfrequenzsignal von Punkt 1 zu Punkt 2 für um 10 % variierende Schichtdicken. Es verändert sich die Übertragungscharakteristik, insbesondere verschiebt sich die Resonanzfrequenz.

- Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Metallisierungsstruktur in einem
- 25 Multilayer-Stack mit mehreren dielektrischen Schichten zur Verfügung zu stellen, die es ermöglicht, Schwingkreise in den Stack zu integrieren, wobei Schichtdickenschwankungen so kompensiert werden, dass sie das elektrische Verhalten des Schwingkreises nicht oder praktisch nicht beeinflussen.

Diese Aufgabe wird durch eine Metallisierungsstruktur in einem Multilayer-Stack nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche. Besonders ausgestaltete Multilayer-Stacks sind in den Ansprüchen 4 bis 10 definiert.

- 5    Erfindungsgemäß weist die Metallisierungsstruktur eine Kondensatorelektrode und eine Leitung, die als Spule wirkt, auf, wobei die Kondensatorelektrode und die Leitung in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind, die parallel zu einer Erdungselektrode mit Abstand  $h_1$  liegt. Das Verhältnis von der Breite  $w$  der Leitung zu  $h_1$  ist dabei größer als 3.
- 10   Nach einer bevorzugten Ausgestaltung kann eine zweite Erdungselektrode vorgesehen sein, zu der die Ebene mit Kondensatorelektrode und Leitung parallel mit Abstand  $h_2$  angeordnet ist, wobei für das Verhältnis Breite  $w$  der Leitung zu  $h_2$  wiederum gilt, dass es größer als 3 ist. Die Ebene mit Kondensatorelektrode und Leitung liegt dabei zwischen der ersten und zweiten Erdungselektrode.
- 15   Weiter erfindungsgemäß ist bei einem Multilayer-Stack, der eine Metallisierungsstruktur wie zuvor definiert aufweist, vorgesehen, dass diese Metallisierungsschicht auf einer dielektrischen Schicht angeordnet ist, deren Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{\text{medium}}$  größer ist als die Dielektrizitätskonstante  $\epsilon$  der umliegenden dielektrischen Schichten. "Umliegende Schichten" meint dabei
  - 20   die an die Schicht mit Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{\text{medium}}$  angrenzenden Schichten. Es hat sich gezeigt, dass bei einer solchen Anordnung Variationen in der Schichtdicke der dielektrischen Schicht mit Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{\text{medium}}$  nur einen sehr geringen Einfluß auf die Übertragungscharakteristik bzw. die Verschiebung der Resonanzfrequenz haben. Verkleinert sich nämlich innerhalb der dielektrischen Schicht die Schichtdicke, wird die Kapazität des Kon-
  - 25   densators erhöht. Gleichzeitig befindet sich die metallische Leitung näher an der Erdungselektrode. Diese Leitung wirkt als Spule. Auf der Erdungselektrode werden Spiegelströme induziert, die die Induktivität der Leitung verringern. Je näher die Leitung an der Erdungselektrode ist, desto geringer wird die Induktivität der Leitung. Das Produkt aus Kapazität und Induktivität bleibt damit etwa konstant und somit auch die Resonanzfrequenz

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

- der Schaltung. Umgekehrt wird bei einer Vergrößerung der Schichtdicke die Kapazität des  
 5 Kondensators kleiner, während der Induktivitätswert der Leitung größer wird. Dadurch bleibt  
 das Produkt  $L \cdot C$  wieder näherungsweise konstant.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung gilt für die Dielektrizitätskonstanten

10  $\epsilon \leq \epsilon_{\text{medium}}$

Die Schichtdicke der dielektrischen Schicht mit Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{\text{medium}}$  sollte  
 bevorzugt so gewählt werden, dass

15  $\frac{\epsilon_{\text{medium}} \cdot d_e}{\epsilon \cdot d_{\text{medium}}} > 5,$

so dass die in vertikaler Richtung liegende nächste Metallisierungsstruktur gut entkoppelt ist.  
 Für die Entkopplung in horizontaler Richtung sollte

20  $\frac{\epsilon_{\text{medium}} \cdot d_{\text{min}}}{d_{\text{medium}} \cdot \epsilon} > 7$

gelten, wobei  $d_{\text{min}}$  der minimale Abstand zur nächsten Metallisierungsstruktur in der Ebene ist.

- Neben dielektrischen Schichten können auch magnetische Schichten in dem Multilayer-Stack  
 25 vorliegen.

Der Multilayer-Stack gemäß der vorliegenden Erfindung kann in einem Vielschicht-Laminat-Prozeß und insbesondere in einem LTCC-Prozeß hergestellt werden.

Die Erfindung findet Anwendung in elektrischen Modulen zur Realisierung einer Filterfunktion  
5 für Hochfrequenzsignale.

Im folgenden soll die Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigt:

- Figur 1(a) das Schaltbild eines Serien-Schwingkreises;
- 10 Figur 1(b) die dreidimensionale Realisierung des Serien-Schwingkreises der Figur 1(a);  
Figur 1(c) die Übertragungscharakteristik des Serien-Schwingkreises der Figur 1(a) bei Variation der Dicke der dielektrischen Schicht um  $\pm 10\%$ ;
- Figur 2 einen Multilayer-Stack und Metallisierungsstruktur gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;
- 15 Figur 3 eine dreidimensionale Realisierung der Metallisierungsstruktur für den Aufbau eines Schwingkreises;
- Figur 4 die Übertragungscharakteristik der Metallisierungsstruktur in einem Multilayer-Stack gemäß der Erfindung mit Variation der Dicke der dielektrischen Schicht mit Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{\text{medium}}$  um  $\pm 10\%$ ;
- 20 Figur 5(a) die Realisierung des erfindungsgemäßen Multilayer-Stacks mit einer zusätzlichen Erdungselektrode;
- Figur 5(b) die Übertragungscharakteristik des Multilayer-Stacks der Figur 5(a) im Vergleich zu dem der Figur 3;
- Figur 6(a) einen dreidimensionalen Realisierung eines Serien-Schwingkreises gemäß dem Stand der Technik mit zusätzlicher Erdungselektrode;
- 25 Figur 6(b) die Übertragungscharakteristik ohne Erdungselektrode (I) und bei einer zusätzlichen Erdungselektrode (II);
- Figur 7 ein Ausführungsbeispiel eines Multilayer-Stacks mit einem Schwingkreis zwischen zwei Erdungselektroden.

In Figur 2 ist ein Ausführungsbeispiel eines Multilayer-Stacks gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt, der aus einer Vielzahl dielektrischer Schichten 10, 12, 14, 16, 18 aufgebaut ist, wobei die auf einer Erdungselektrode 30 liegende dielektrische Schicht 14 eine Dielektrizitätskonstante  $\epsilon_{\text{medium}}$  hat, die gegenüber den Dielektrizitätskonstanten der umliegenden Schichten 12, 16 erhöht ist, beispielsweise um den Faktor 2. Die Dicke  $d_{\text{medium}}$  der dielektrischen Schicht 14 ist kleiner als die der umgebenden dielektrischen Schichten 12, 16, und um die Wechselwirkung mit umgebenden Strukturen klein zu halten, sollte vorteilhafter Weise die Schichtdicke  $d_{\text{medium}}$  klein gegenüber den Abständen zu benachbarten Strukturen sein,  $\epsilon_{\text{medium}}$  hingegen möglichst groß. So können Kondensatoren mit genügend kleinen Abmessungen integriert werden. In der Grenzfläche zwischen der dielektrischen Schicht 14 und der dielektrischen Schicht 12 ist eine Metallisierungsstruktur 20 angeordnet, die aus einer Kondensatorelektrode 22 und einer diese teilweise umgebenden Leitung 24 aufgebaut ist.

Figur 3 zeigt die dreidimensionale Realisierung der Serien-Schwingkreisstruktur mit Zuleitungen.

Die Leistungsübertragung bei der erfindungsgemäßen Schaltung ist in Figur 4 dargestellt. Man sieht deutlich, dass Variationen in der Schichtdicke der dielektrischen Schicht 14 nur zu einer sehr geringen Veränderung der Resonanzfrequenz bzw. der gesamten Filterkurve führen.

Das elektrische Verhalten der erfindungsgemäßen Schaltung zeigt eine große Stabilität gegenüber Wechselwirkung mit anderen Metallisierungen, die im Multilayer-Stack oberhalb und unterhalb des Serien-Schwingkreises angebracht werden. Im Multilayer-Stack der Figur 3 befindet sich oberhalb der dielektrischen Schicht 12 keine Erdungselektrode oberhalb der Metallisierungsstruktur 20. Figur 5(a) zeigt die Realisierung dieser Struktur mit einer zusätzlichen Erdungselektrode 32 oberhalb der Metallisierungsstruktur 20, Figur 5(b) die Übertragungscharakteristik, wobei ohne Erdungselektrode (Kurve I) und bei unterschiedlichen Abständen der zusätzlichen Erdungselektrode von 100  $\mu\text{m}$  (Kurve II) und 200  $\mu\text{m}$  (Kurve III)



praktisch keine Variationen in der Resonanzfrequenz zu erkennen sind. Dieser Effekt basiert auf der starken Kopplung der erfindungsgemäßen Struktur an die in kleinem Abstand angeordnete Erdungselektrode 30 und der vorteilhaft höheren Dielektrizitätskonstante als der der umliegenden Schichten.

5

Zum Vergleich ist in Figur 6(a) eine Schwingkreis-Schaltung mit Multilayer-Stack nach dem Stand der Technik bzw. wie in Figur 1(b) dargestellt ebenfalls mit einer weiteren Erdungselektrode im vertikalen Abstand von 100 µm oberhalb der Schaltung versehen. Die Übertragungscharakteristik II in Figur 6(b) zeigt, dass die Oberelektrode eine deutliche Verschiebung der Resonanzfrequenz gegenüber der Anordnung ohne zusätzliche Erdungselektrode (Kurve I) zur Folge hat.

Figur 7 zeigt einen Multilayer-Stack mit zwei Erdungselektroden 30, 32, zwischen denen die Metallisierungsstruktur 20 angeordnet ist, wobei zwischen der Metallisierungsstruktur 20 und der Erdungselektrode 30 bzw. 32 jeweils eine dielektrische Schicht 14 bzw. 14' mit erhöhter Dielektrizitätskonstanten gegenüber der der umgebenden Schichten 12, 16 vorgesehen sind. Ansonsten entspricht der Multilayer-Stack im wesentlichen dem der Figur 2.

20

PATENTANSPRÜCHE

1. Metallisierungsstruktur in einem Multilayer-Stack, die im Abstand von einer Erdungselektrode angeordnet ist,

dadurch gekennzeichnet,

- 5 dass die Metallisierungsstruktur eine Kondensatorelektrode (22) und eine Leitung (24), die als Spule wirkt, aufweist, wobei die Kondensatorelektrode (22) und die Leitung (24) in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind, die parallel zur Erdungselektrode (30) mit Abstand  $h_1$  liegt, und dass

$$\frac{w}{h_1} > 3,$$

wobei  $w$  die Breite der Leitung (24) ist.

10

2. Metallisierungsstruktur nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

- 15 dass eine zweite Erdungselektrode (32) vorgesehen ist, zu der die Ebene mit Kondensatorelektrode (22) und Leitung (24) parallel mit Abstand  $h_2$  angeordnet ist und dass die Ebene mit Kondensatorelektrode (22) und Leitung (24) zwischen der ersten und zweiten Erdungselektrode (30, 32) liegt, wobei

$$\frac{w}{h_2} > 3$$

gilt.

20

3.Multilayer-Stack, mit einer Metallisierungsstruktur nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Metallisierungsstruktur (20) auf einer dielektrischen Schicht (14) angeordnet ist,

- 5 deren Dielektrizitätskonstante ( $\epsilon_{\text{medium}}$ ) größer als die Dielektrizitätskonstante ( $\epsilon$ ) von umliegenden dielektrischen Schichten (12, 16) ist.

4.Multilayer-Stack nach Anspruch 3,

dadurch gekennzeichnet,

- 10 dass für die Dielektrizitätskonstante ( $\epsilon_{\text{medium}}$ ) der dielektrischen Schicht (14) gilt:

$$\epsilon < \epsilon_{\text{medium}}.$$

5.Multilayer-Stack nach Anspruch 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet,

- 15 dass für die Schichtdicke ( $d_{\text{medium}}$ ) der dielektrischen Schicht (14) gilt:

$$\frac{\epsilon_{\text{medium}} \cdot d_e}{\epsilon \cdot d_{\text{medium}}} > 5.$$

6.Multilayer-Stack nach Anspruch 3 oder 4,

dadurch gekennzeichnet,

- 20 dass

$$\frac{\epsilon_{\text{medium}} \cdot d_{\min}}{d_{\text{medium}} \cdot \epsilon} > 7$$

gilt, wobei  $d_{\min}$  der minimale Abstand zur nächsten Metallisierungsstruktur in der Ebene ist.

7. Multilayer-Stack nach Anspruch 3,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass er magnetische Schichten enthält.
- 5 8. Multilayer-Stack nach einem der Ansprüche 3 bis 7, hergestellt in einem Vielschicht-Laminat-Prozeß.
9. Multilayer-Stack nach einem der Ansprüche 3 bis 7, hergestellt in einem LTCC-Prozeß.
- 10 10. Elektrisches Modul, das die Metallisierungsstruktur nach Anspruch 1 oder 2 enthält, oder einen Multilayer-Stack nach einem der Ansprüche 3 bis 7 zur Realisierung einer Filterfunktion für Hochfrequenzsignale.

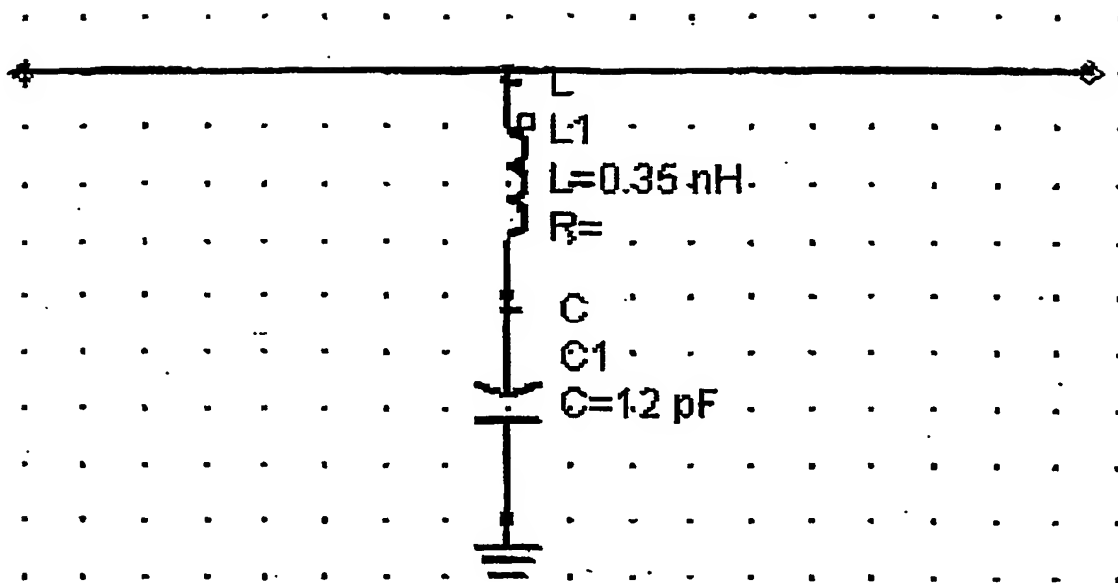
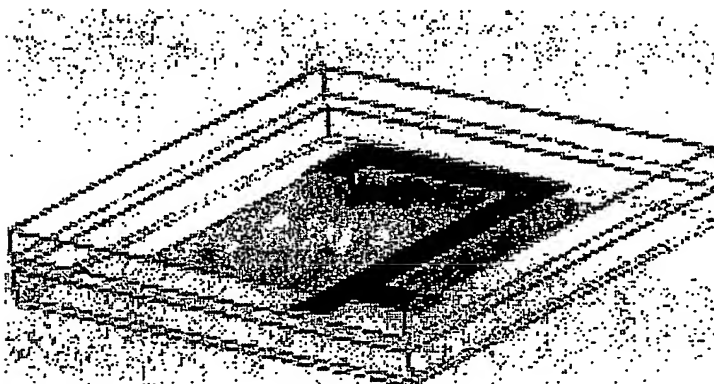
ZUSAMMENFASSUNG

Multilayer-Stack mit kompensiertem Schwingkreis

- Eine Metallisierungsstruktur in einem Multilayer-Stack, die im Abstand von einer Erdungselektrode angeordnet ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Metallisierungsstruktur
- 5 eine Kondensatorelektrode und eine Leitung, die als Spule wirkt, aufweist, wobei die Kondensatorelektrode und die Leitung in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sind, die parallel zur Erdungselektrode mit Abstand  $h_1$  liegt, und dass

$$\frac{w}{h_1} > 3,$$

wobei  $w$  die Breite der Leitung ist.

*Fig. 1(a)*

Hpa Dec 03 09:55:30 2002

60.921127.7

Fig. 1b

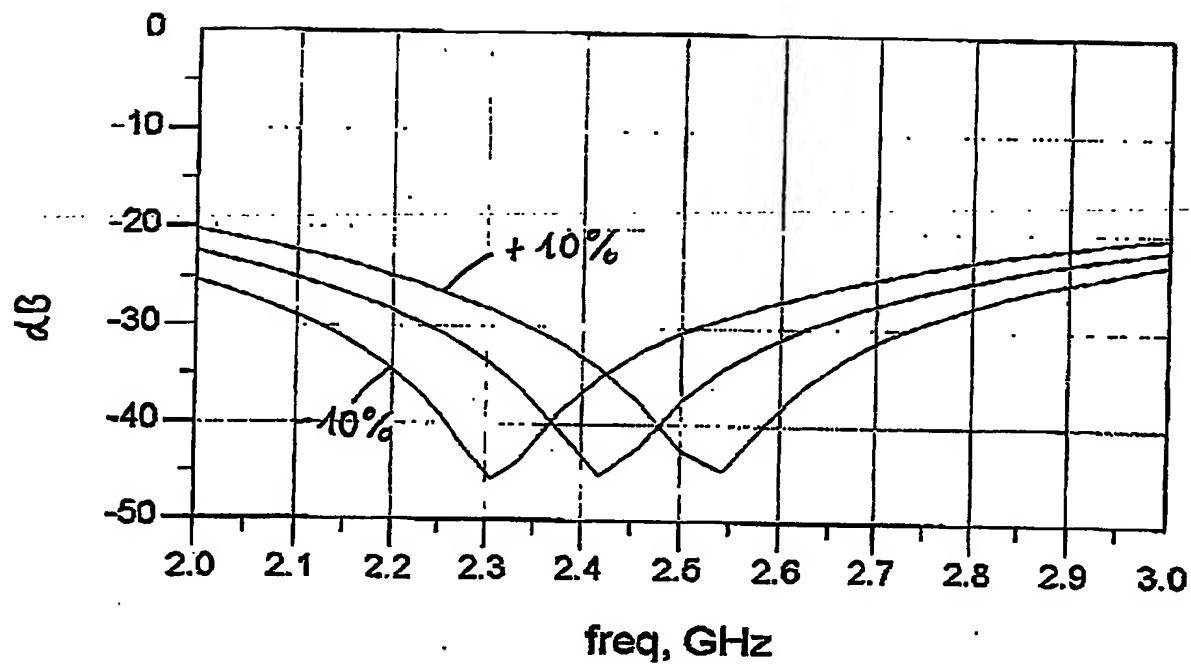


Fig. 1(c)

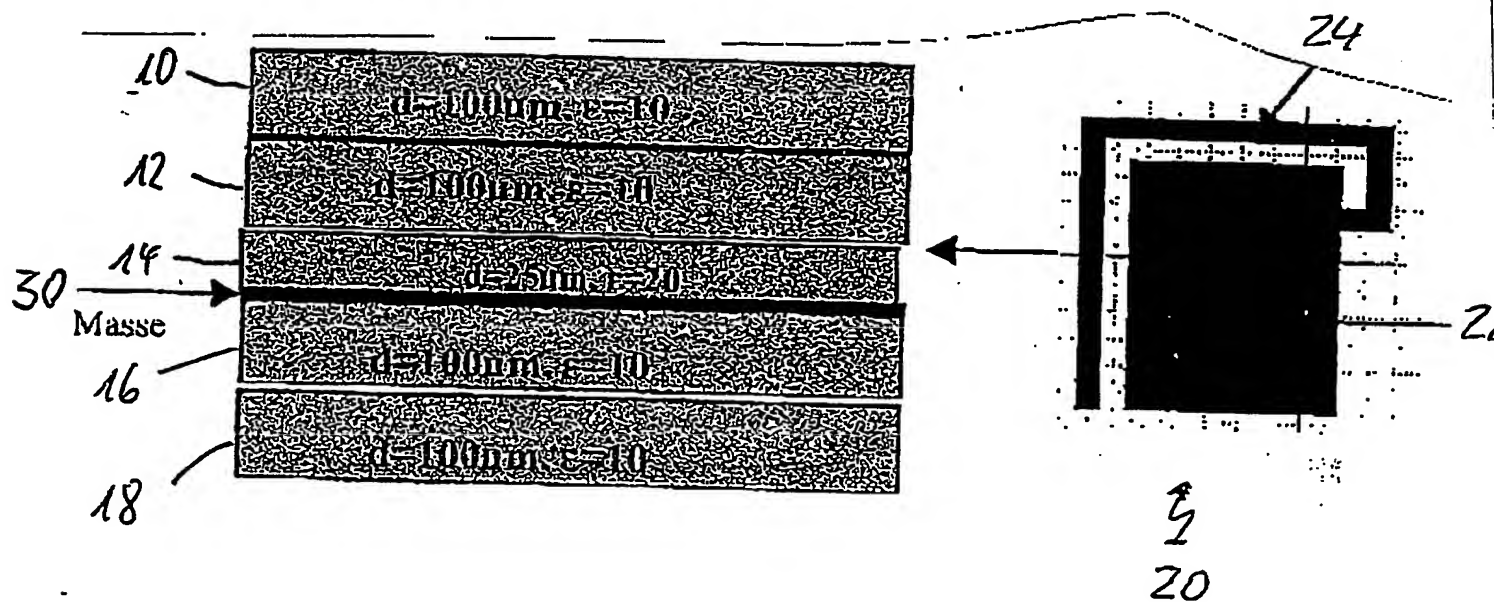
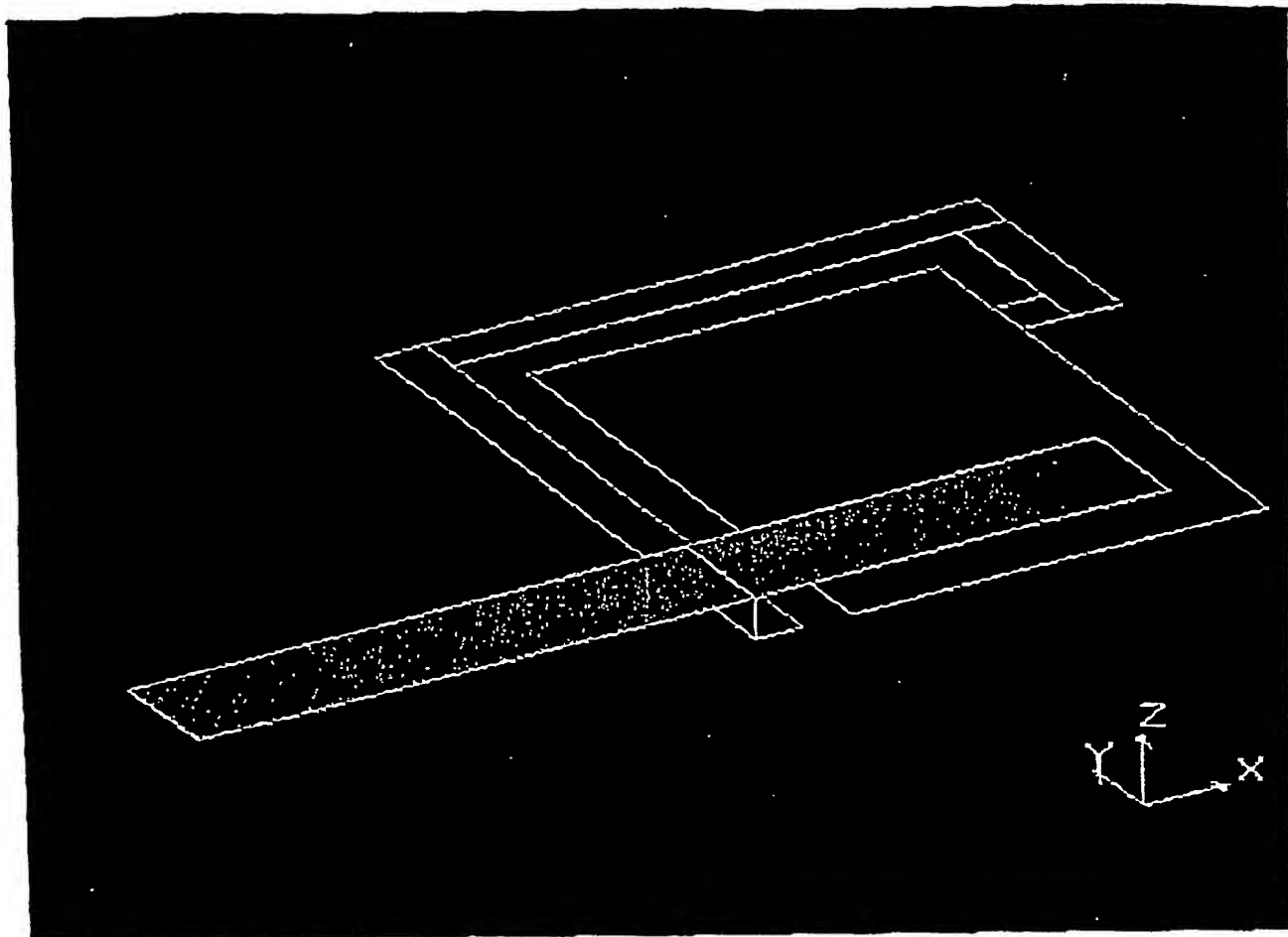
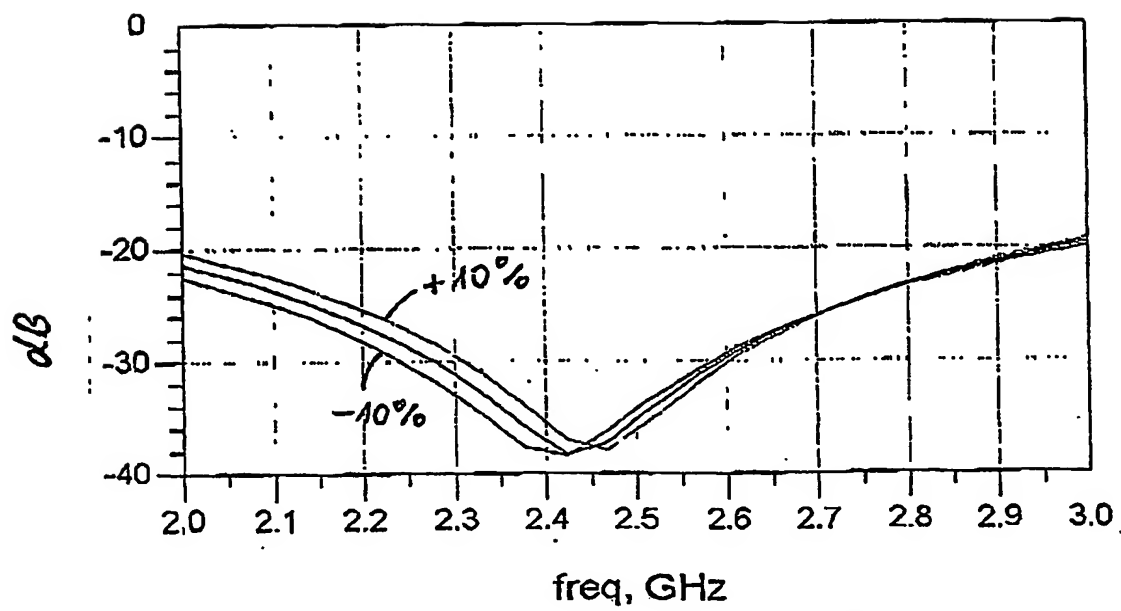


Fig. 2

*Fig. 3**Fig. 4*



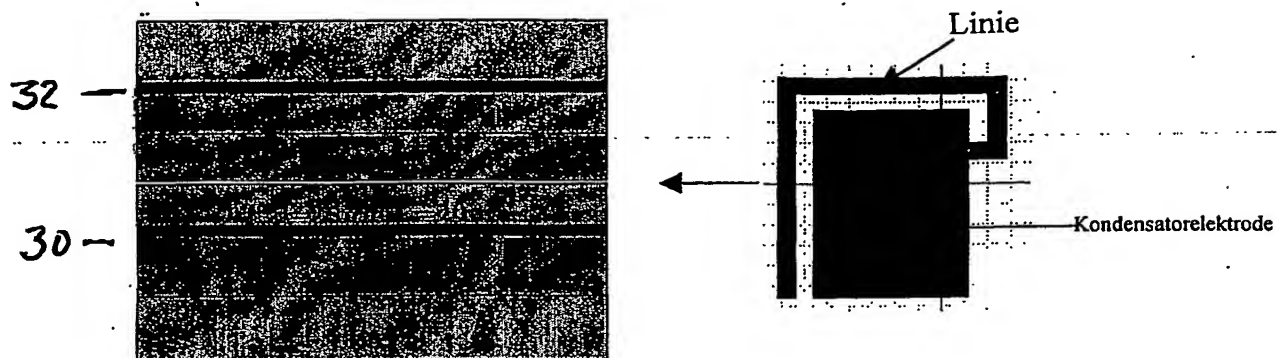


Fig. 5(a)

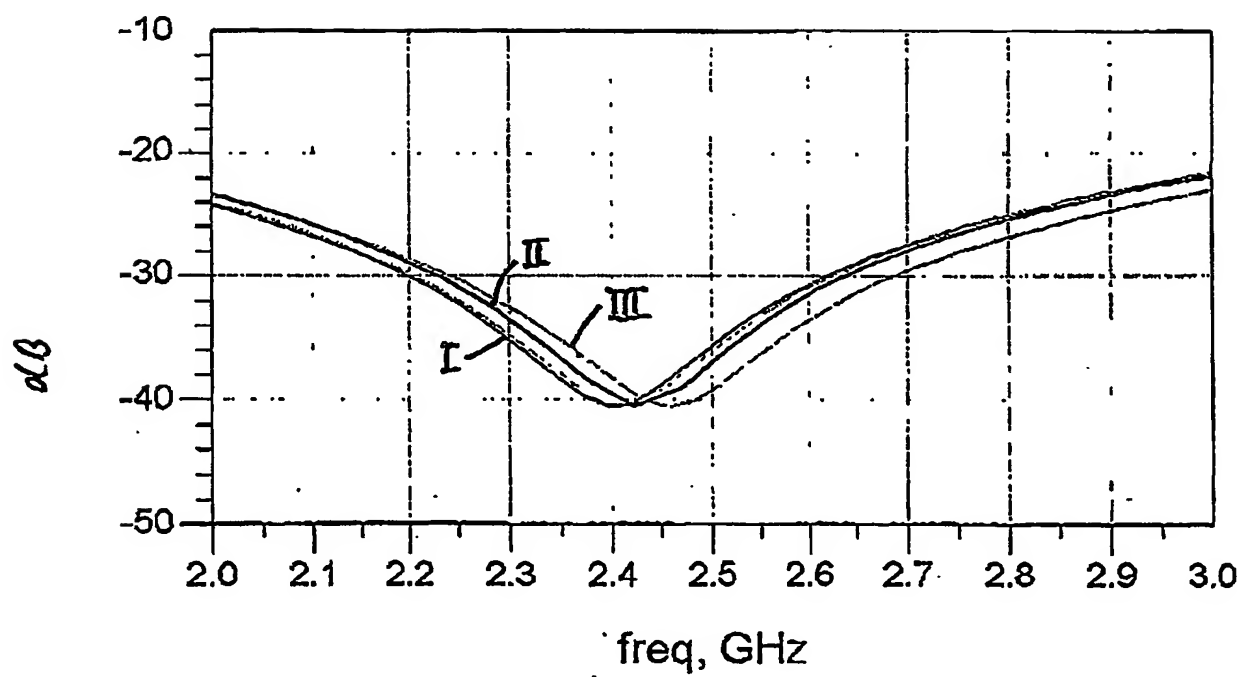
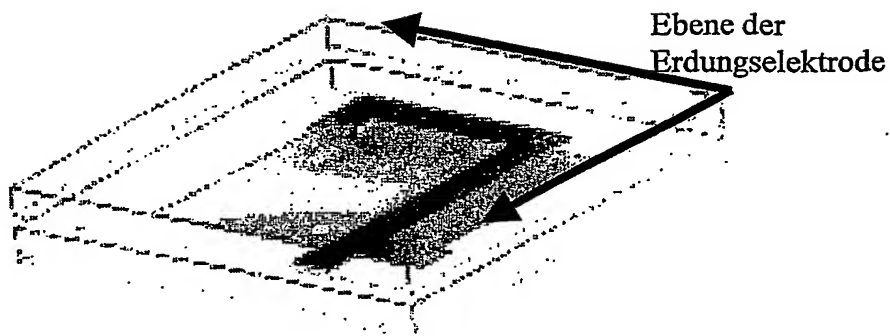


Fig. 5(b)



Wg. Dst: 03 09 31 92 1047

4330-11/12

Fig. 6(a)

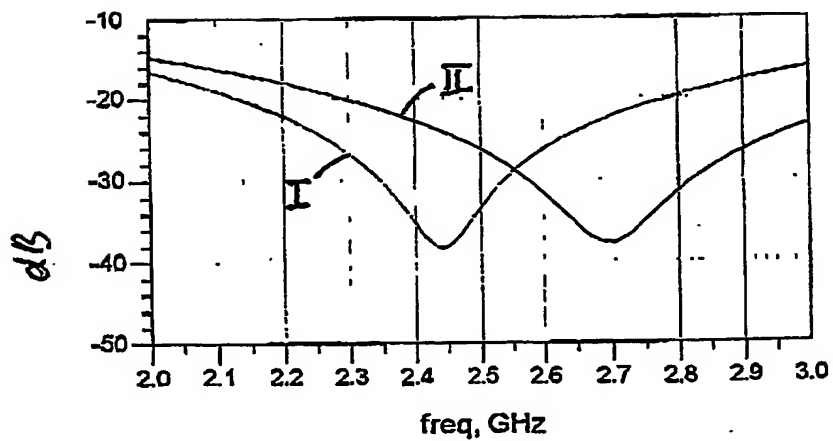


Fig. 6(b)

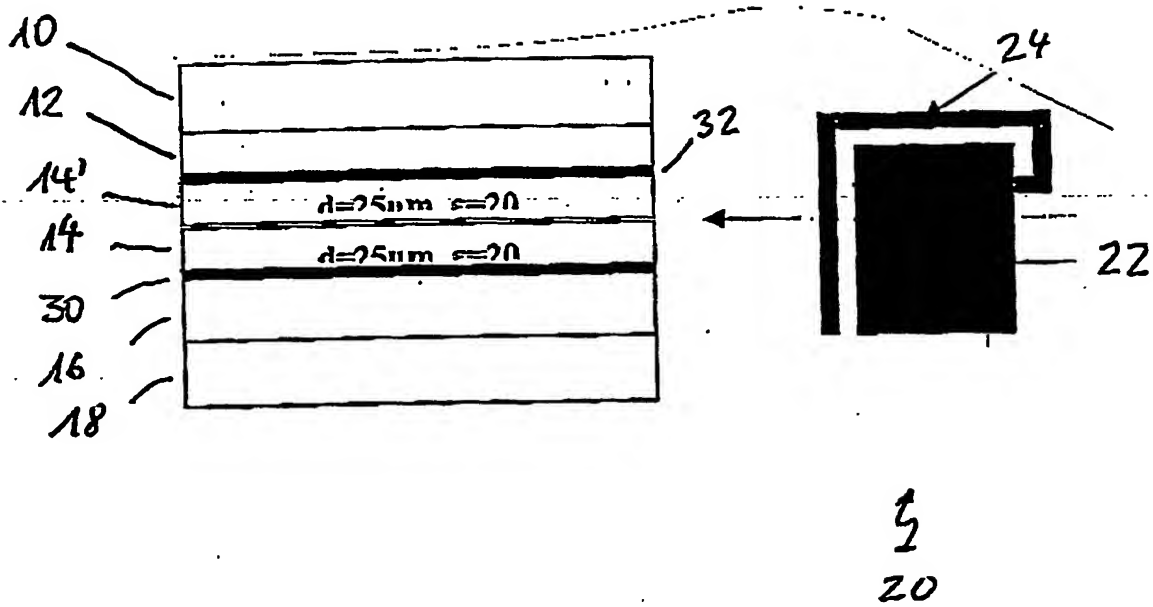


Fig. 7

PCT/IB2004/000772



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINE(S) OR MARK(S) ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**